

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra geotechniky

Gabiony a jejich využití v geotechnice

Gabions and their Application in Geotechnics

Student:

Adriana Rigová

Vedoucí bakalářské práce:

doc. RNDr. Eva Hruběšová, Ph.D.

Ostrava 2011

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 2.5.2011

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 2.5.2011

.....

podpis studenta

Anotace

Bakalářská práce se v úvodu zabývá vývojem gabionů od minulosti po současnost. Dále jejich základní podrobnou charakteristikou, rozmanitému využití v geotechnice a důležitým principům výstavby, díky kterým se zabrání zbytečným budoucím poruchám z důvodu nedodržení technologických postupů. Část bakalářské práce se také věnuje zásadám statického výpočtu gabionových stěn. Textovou část doplňují fotografie, obrázky a tabulky.

Součástí této bakalářské práce je rovněž příklad výpočtu gabionové stěny softwarovým systémem GEO5 za účelem stabilizace svahu u rodinného domu, jehož podloží je tvořeno soudržnými zeminami.

Annotation

The introduction of this bachelor thesis presents the gabions's development from their beginning till the present days. The aim of this work is furthermore to analyse their detailed characteristic, various ways of their application in geotechnical engineering and important principles of the construction. Owing to this knowledge can be unnecessary possible failures resulting from infringement of the technological regulations prevented. Part of this thesis also deals with the principle of static calculation of gabion's walls. The text is supplemented with photographs, images and summary sheets.

The thesis as well includes an example of calculation of gabion's wall through the use of GEO5 system, with the aim to stabilize slope orientated behind a detached family house and based on cohesive soil.

Obsah bakalářské práce

Seznam použitého značení	1
1 Úvod.....	2
2 Základní charakteristika gabionů	3
2.1 Ocelové sítě	3
2.1.1 Gabionové koše	3
2.1.2 Gabionové matrace.....	5
2.1.3 Svařovaný gabion	6
2.1.4 Spojování gabionů.....	6
2.1.5 Polymerové geomříže.....	7
2.2 Výplň gabionových košů.....	7
2.2.1 Gabiony s nosnou funkcí.....	7
2.2.2 Gabiony bez nosné funkce	8
3 Oblasti využití gabionových systémů v geotechnice.....	9
4 Principy výstavby gabionových stěn.....	11
4.1 Zakládání gabionu	11
4.2 Stavba gabionu	12
4.2.1 Montáž.....	12
4.2.2 Plnění.....	15
4.2.3 Vyztužování	16
4.2.4 Převazování	17
4.2.5 Zasypávání rubu gabionové konstrukce	17
5 Zásady statického výpočtu gabionových stěn	18
5.1 Únosnost podloží gabionové konstrukce.....	19
5.2 Výpočet pootočení gabionové zdi	19
5.3 Spolehlivost proti překlopení	20
5.4 Spolehlivost proti posunutí podél základové spáry	20
5.5 Spolehlivost proti porušení zemního masivu	21
5.6 Stabilita stupňů gabionu	22
5.6 Posouzení roztrhnutí dříku zdi	22
5.7 Únosnost tahové výztuže.....	23
6 Příklad výpočtu gabionové stěny softwarovým systémem GEO5	24
6.1 Posouzení svahu u rodinného domu bez přítomnosti opěrné gabionové zdi	24
6.2 Posouzení svahu u rodinného domu s přítomností opěrné gabionové zdi	26
6.3 Závěr.....	28
7 Závěr.....	29
8 Použité materiály	30
9 Seznam tabulek.....	31
10 Seznam obrázků	32
11 Seznam vzorců	33
12 Seznam příloh	34

Seznam použitého značení

A	- Bod lícové strany gabionu	α	- Sklon svahu
a	- Odskok gabionu	γ	- Objemová tíha
B	- Bod rubové strany gabionu	γ_f	- Součinitel zatížení
b	- Šířka	γ_n	-Spolehlivost proti překlopení
b_{ef}	- Efektivní šířka	γ_{sat}	- Obj. tíha satur. zeminy
b_t	- Šířka gabionové konstrukce	δ	- Odklon výslednice R od normály k základové spáře
c	- Soudržnost zeminy pod základovou spárou	ν	- Poissonovo číslo
c_{ef}	- Soudržnost zeminy	$tg\alpha$	- Pootočení gabionu
d_v	- Průměr drátu	ξ	- Součinitel vodorovného napětí
E_{def}	- Modul přetvárnosti zeminy	π	- (pí) matematická konstanta
G	- Vlastní tíha	σ	- Napětí
H	- Horizontální složka výslednice R	σ_t	- Tahové napětí v drátě
h	- Výška gabionu	σ_{xd}	- Výpočtové vodorovné napětí
h_t	- Výška gabionové konstrukce	σ_{xp}	- Přídavné vodorovné napětí
K_a	- Součinitel aktivního zemního tlaku	σ_{xs}	- Vodorovné napětí
M	- Moment	φ	- Úhel vnitřního tření
N	- Normálová složka výslednice R		
Q	- Posouvající síla		
Q_1	- Podíl tahové síly		
R	- Výslednice sil		
r	- Rameno síly		
r_a	- Rameno sil tlaků zeminy k bodu otáčení		
R_d	- Výpočtová únosnost		
r_g	- Rameno sil k bodu otáčení		
R_Q	- Tahová pevnost drátu		
R_t	- Pevnost sítě		
S_A	- Pokles bodu A		
S_a	- Výslednice aktivního tlaku		
S_B	- Pokles bodu B		
ΔS	- Průměr hodnot poklesu		

1 Úvod

První dochované záznamy o použití gabionů, tehdy ještě rákosových rohoží, sahají 7 000 let zpět, kde byly poprvé použity pro zajištění břehů Nilu proti nastávající erozi. Poté tyto rákosové rohože byly ve většině případů využívány pro vojenské účely v Egyptě i Číně. Rákosové rohože pro tyto účely byly plněny pískem.

Pro založení hradu San Marco v Miláně byly Leonardem da Vincim (1452–1519) navrženy tzv. Leonardovy koše (v italštině Corbeille Leonard).

Nejvíce rozšířeným použitím gabionů bylo pro vojenské účely během Občanské války v USA (1861–1865). Tyto koše se vyráběly již manufakturně z vrbového proutí. Jejich tvar byl kónický bez dna pro snadnější přemísťování.

První ocelové koše gabionů byly použity roku 1893 (pytlovaný gabion) pro opravu erozí poškozených břehů řeky Reno v Caselechio di Reno v Severní Itálii.

Gabiony, ve tvaru jak je známe dnes, se začaly používat již počátkem 20.-tého století.

V dnešní podobě je gabion drátokamenný prvek ve tvaru krychle nebo kvádrů, vyrobený z šestibokého ocelového pletiva nebo svařovaných ocelových sítí a vyplněný přírodním nebo lomovým kamenem, případně vhodným recyklátem. Koše se na sebe kladou střídavě, jako cihelná vazba, a vytvářejí tak opěrnou konstrukci. Jsou vhodnou náhradou gravitačních betonových opěrných konstrukcí.

Gabiony se používají zejména pro zabránění erozi svahů a na sanaci břehů řek. Také například pro stavbu opěrných zdí, protihlukových clon, obkladních zdí a pod.

2 Základní charakteristika gabionů

Gabiony dělíme podle rozměrů na koše a matrace. Matrace se liší od košů svojí výškou, která je jejím nejmenším rozměrem. Její výška není více jak 500mm. Ostatní se nazývají koše. Obvyklý rozměr košů šířka x výška je 1 x 1 m. Délka je různá podle potřeby a je násobkem 1 m. U svařovaných gabionových sítí mohou být rozměry, dle přání investora nebo projektanta, libovolné.

2.1 Ocelové sítě

Koše i matrace gabionů jsou sestaveny ze dna, bočních stěn, víka a přepážek (viz. obr. 7 a) až g).

Kvalitu ocelového (polymerového) pletiva, drátu a spojovacích materiálů musí zhotovitel stavby objednateli – správci stavby doložit doklady. Objednatel musí na základě těchto dokladů materiál schválit. Tento materiál musí splňovat podmínky (technicko kvalitativní podmínky) uvedené v dokumentaci stavby a také související normy ČSN.

2.1.1 Gabionové koše

„Pletivo pro gabion je vyrobeno z galvanizovaného ocelového drátu o průměru min. 2,7mm. Tahová pevnost drátu před spletením musí být vyšší než 400MPa. Minimální pokovení drátu zinkem je 260 g/m² původního povrchu drátu. Pro agresivní prostředí se pozinkovaný drát potahuje PVC o tloušťce 0,4-0,6mm.“ [1]

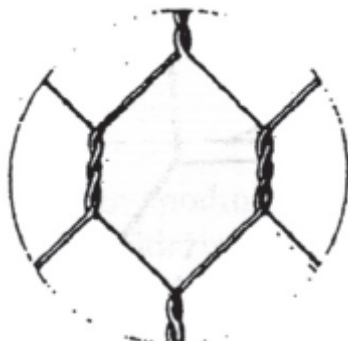
Typ sítě	Velikost oka (mm)	Tloušťka drátu (mm)
6x8	60	2,7
8x10	80	2,7 až 3,0
10x12	100	2,7 až 3,0

Tab. 1 Rozměry ok pletených sítí a tloušťky drátů pro koše,

Zdroj: [1], vlastní zpracování

Oka v síti gabionu jsou do tvaru šestiúhelníku tvořeny takovým způsobem, aby nedošlo k rozpletení oka při náhodném přetržení jednoho drátu – min. dvojité zakroucení viz obr. 1.

Požadavky na kvalitu drátu jsou uvedeny v tabulce 2



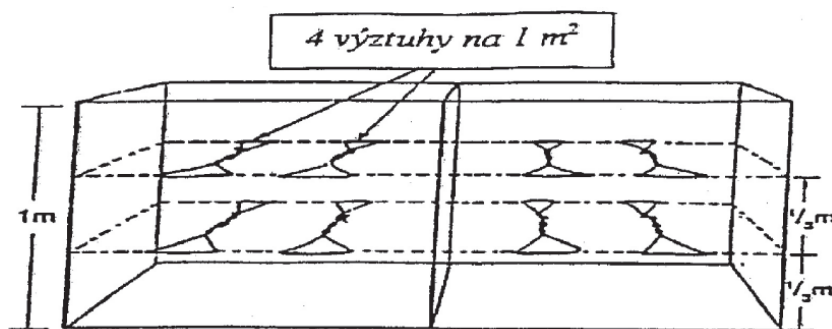
Obr. 1 Ukázka spletení ok sítě, Zdroj: [1]

Zkouška	Metodika	Kritérium
Tahová pevnost drátu (koš)	ČSN EN 10002-1	min. 400 MPa
Tahová pevnost drátu (matrace)	ČSN EN 10002-1	min. 350 MPa
Tažnost	ČSN EN 10002-1	min. 8%
Tahová pevnost pletiva/sítě	ČSN EN 10002-1	min. 40 kN/m*
Tloušťka pozinkování	ČSN ISO 1463	min. 260 g/m ²
Odolnost proti korozi	DIN 50021	350 hodin

* Požadované hodnoty se mohou lišit v závislosti na průměru drátu a velikosti ok pletiva.

Tab. 2 Průkazní zkoušky drátu a pletiva, Zdroj: [1], vlastní zpracování

Hrany každého gabionu se musí bezpečně svázat vázacími dráty a zajistit drátěnou spirálou (viz obr. 9). Spirála musí mít minimálně stejnou pevnost jako vlastní pletivo. „Drát pro zpevnění obvodových hran musí mít tloušťku min. 3,4mm pro síť z drátu o průměru 2,7mm a 3,9mm u sítě z drátu o průměru 3,0mm.“ [1] Tvarová stálost větších gabionů se zajišťuje pomocí výztužného drátu, kterým se spojují protější svislé stěny (viz obr. 2). Pokud použijeme jako výplň některé kamenivo s velmi ostrými hranami doporučuje se dodržet min. tloušťku vázacího drátu 2,2mm. Pro běžné výplně stačí volit tloušťku vázacího drátu min. 2,0mm. Tloušťka drátu se odvíjí od tloušťky drátu sítě (viz tab. 3).



Obr. 2 Vyztužení gabionových košů z vázaných sítí, Zdroj: [1]

Průměr drátu sítě [mm]	Průměr vázacího drátu a drátu pro vyztužení hran [mm]
2,7	min. 2,2
3,0	min. 2,4

Tab. 3 Srovnání průměrů drátů sítě gabionového koše s průměry vázacích drátů,
Zdroj: [1], vlastní zpracování

Tyto dráty musí splňovat požadavky kladené na drát pletiva dle tabulky 2. Místo vázacího drátu lze použít ocelové háčky o tloušťce min. 3mm, které se po umístění stlačí do kroužků. Jejich vzdálenost mezi sebou nesmí překročit 0,2m.

2.1.2 Gabionové matrace

Gabionová matrace se vyrábí z drátu o min. tloušťce 2,0mm. Tahová pevnost drátu musí být min. 350Mpa viz tab. 2. „Minimální množství zinku použitého při galvanizaci musí být 240g/m² původního povrchu drátu. Pro agresivní prostředí se drát potahuje PVC o tloušťce min. 0,5mm nebo se drát galvanizuje zinko-hliníkovou slitinou (Galmac).“ [1]

Typ	Průměr oka (mm)	Průměr drátu (mm)
5x7	50	2,0
6x8	60	2,0 až 2,2

Tab. 4 Rozměry ok pletených sítí a tloušťky drátů matrací, Zdroj: [1], vlastní zpracování

Výztužné spony spojující protilehlé strany se u matrací nepoužívají pro jejich malou výšku.

Průměr drátu sítě [mm]	Průměr vázacího drátu a drátu pro vyztužení hran [mm]
2,0	min. 2,4
2,2	min. 2,7

Tab. 5 Srovnání průměrů drátů sítě gabionové matrace s průměry vázacích drátů,

Zdroj: [1], vlastní zpracování

Spojování jednotlivých dílů se provádí pomocí vázacího drátu o průměru min. 2,0mm.

Ostatní základní principy spojování jsou u košů i matrací stejné. Například dvojité zakroucené spoje ok ve tvaru šestiúhelníků, jako na obr. 1.

2.1.3 Svařovaný gabion

Svařovaný gabion se liší od gabionů vázaných hlavně oky ve tvaru čtverce nebo obdélníku. Dále také tím, že se jejich vazby nemusí převazovat jako například u cihelné vazby. Jejich spáry jsou nad sebou průběžné. U svařovaných sítí je důležité dodržet předepsané pevnosti svarů. Min. průměr drátu je 3,7mm. „Tahová pevnost drátu musí být vyšší než 400MPa. Minimální žárové pokovení drátu zinkem musí být 260g/m² původního povrchu drátu.“ [1] Velikost oka se obvykle pohybuje v mezích 100-120mm. Smyková pevnost svarů musí být minimálně 4kN. Přehled požadavků na kvalitu drátu a sítě uvádí tabulka 2.

2.1.4 Spojování gabionů

Gabiony se spojují vzájemně pomocí spirál a distančních spon (viz. obr. 9 až 11). Pomocí spirál spojujeme stykové hrany gabionové konstrukce. Distanční spony zaručují nevyboulení přední svislé sítě a tvarovou stálost celého koše. Distanční spony se u matrací pro jejich malou výšku nepoužívají.

Podrobnosti o minimálních průměrech drátů pro různé typy sítí pro vázané gabiony jsou uvedeny v odstavci 2.1.1 a 2.1.2.

U gabionů ze svařovaných sítí je tloušťka drátu pro spojovací spirály a distanční spony min. 3,7 mm.

2.1.5 Polymerové geomříže

Polymerové geomříže se využívají pro stavbu gabionové konstrukce hlavně pro jejich dlouhodobou stálost při působení slunečního svitu, mrazu, kolísání teplot a pod. Jedinou nevýhodou je, že stavba takového gabionu vyžaduje podpůrnou konstrukci. Vlastnosti (druh) geomříže a technologický postup spojování musí být popsán v dokumentaci stavby.

2.2 Výplň gabionových košů

Výplní gabionových košů bývají obvykle skalní horniny odolávající zvětrávání. Pro estetičnost celé konstrukce se na pohledové straně košů ukládá vždy několik řad kameniva ručně a poté se mohou vnitřní části vyplnit sypáním (viz obr. 8).

Výhodou kamenité výplně je, že se můžou použít i místní materiálové možnosti a tím dosáhnout nižších nákladů na dopravu.

Kvalitativní požadavky kameniva jsou zahrnuty v každé dokumentaci stavby gabionové konstrukce.

2.2.1 Gabiony s nosnou funkcí

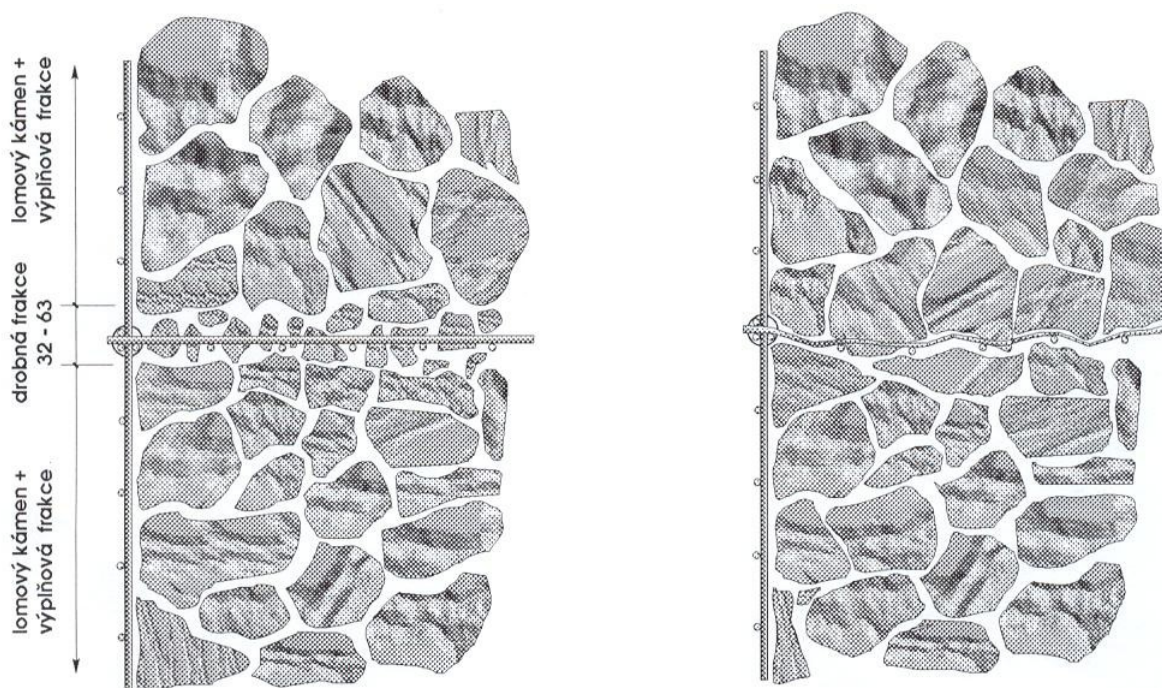
Gabiony se statickou funkcí se používají například pro zajištění svahů proti sesuvům, pro stavbu opěrných zdí apod. Tyto gabiony se celé plní kamenivem, které musí splňovat průkazní zkoušky kamene podle tabulky 6. Toto kamenivo musí být pevné, odolávající povětrnostním vlivům, nesmí být křehké, nesmí mít žádné příměsi jemnozrnných částic apod.

Rozměry hlavní kamenné výplně musí být vždy větší než je průměr oka v síti, aby kamenivo nevypadlo. Minimální velikost je 1,5 až 2 násobek průměru oka v síti. Maximální velikost je 2,5 násobek průměru oka v síti. Dále pak větší kamenivo se může vyskytovat v gabionu pouze ojediněle. Menší kamenivo poslouží k vyplnění důležitých spár gabionů. Toto vyplnění spojuj je důležitou součástí sestavování více gabionů na sebe. Tímto způsobem zabráníme nechtěné deformaci sítí (viz obr. 3).

Zkouška	Metodika	Kritérium
Pevnost v tlaku	ČSN 72 1151	min. 50 MPa
Nasákavost	ČSN 72 1151	min. 1,5%
Trvanlivost *	ČSN 72 1176	max. 9%
Sypaná hmotnost	ČSN 72 1018	min. 1 600 kg/m ³

* Zhotovitel zajistí provedení zkoušky trvanlivosti, pokud je nasákavost kamene větší než 1,5%.

Tab. 6 Průkazní zkoušky kamene, Zdroj: [1], vlastní zpracování



Správné plnění kamenivem

Nesprávné plnění kamenivem
(deformace spodního víka)

Obr. 3 Ukázka správného a nesprávného plnění kamenivem, Zdroj: [6]

2.2.2 Gabiony bez nosné funkce

Gabiony bez statické funkce se používají například jako obkladní a protihlukové stěny. Tyto gabiony se plní kamenivem splňujícím průkazní zkoušky pouze v jeho lici. Zbylá vnitřní část gabionu (která již nejde vidět) se může plnit různorodým kamenivem. Např. recyklovaný štěrk, netříděný kámen, úlomky betonu apod. Tyto gabiony se mohou nechat zarůst vegetací.

3 Oblasti využití gabionových systémů v geotechnice

Gabiony jsou v dnešní době velmi rozšířené stavební prvky. Jejich výhodou je, že se dají snadno sestavovat do požadovaných tvarů a tím i přizpůsobit terénu. Využívají se například v dopravních stavbách, v pozemním stavitelství, v zahradní architektuře a také jako designové prvky interiérů. Kamenivo se může odebírat z místních materiálových možností a tím tak ušetřit náklady za dopravu.

Gabiony se uplatňují ve stavebnictví nejčastěji jako gravitační opěrné zdi strmých svahů u silnic a dálnic apod. Příkladem je silnice 1/34 v okrese Jeseník, která vede přes Červenohorské sedlo. Je zde spousta strmých svahů, které by bez opěrných zdí podlehlí erozi (viz obr. 4).

Také se z nich staví protihlukové stěny (viz obr. 5), obkladní a zárubní zdi, vytváří ve svahovitém terénu terasy, používají se při úpravách vodních toků (viz obr.6) apod.

Koš se montují na místě z předem zhotovených dílců, které jsou ze svařovaných nebo pletených sítí. Gabiony tvořené svařovanými sítěmi jsou tvarově stálější než gabiony ze sítí pletených. Tahle skutečnost má důležitý vliv při návrhu takovéto stěny, protože gabiony ze svařovaných sítí jsou zatím stále oblíbenější u architektů a také mají lepší statickou funkci v případě podpírání svahů, které mají v blízkosti koruny gabionu umístěnou stavební konstrukci.



Obr. 4 Zpevnění svahu silnice 1/34 přes Červenohorské sedlo, Zdroj: foto vlastní



Obr. 5 Protihluková stěna, Zdroj: [8]



Obr. 6 Úprava vodního toku Karviná, Zdroj: foto vlastní

Rozměry košů bývají různé. Nejčastěji jsou o rozměrech 1,0 x 0,5 m až 1,0 x 1,0 m a dlouhé 1,5 m až 4,0 m. U matrací tato výška nepřesahuje 0,5 m.

4 Principy výstavby gabionových stěn

Sestavení gabionů se provádí přímo na místě stavby. Jejich rozměry jsou určeny v dokumentaci. Zhotovitel stavby musí před začátkem prací předložit technologický postup ke schválení objednateli.

4.1 Zakládání gabionu

I když gabion je konstrukce, při které jsou vyloučeny mokré procesy, přesto je vhodné základovou spáru umístit do nezámrazné hloubky 0,8m. Nezámrazná hloubka je přesně určena v dokumentaci stavby na základě statického výpočtu. Základová spára musí být zhutněna a urovňována pro první pokládku gabionového koše. Pokud nejsou zeminy v základové spáře vyhovující, musí být odstraněny a nahrazeny kvalitními podle dokumentace.

Při zakládání gabionů na zvětralých skalních horninách se musí dodržet následující postup:- řádné vyčištění základové spáry od rozrušených hornin

- zhotovit betonový podklad o tloušťce 0,2 až 0,3 m pro vyrovnání
- založit první řady gabionových košů

Při zakládání gabionů na skalních horninách odolávající zvětrávání je postup obdobný:

- řádné vyčištění základové spáry
- případné nerovnosti vyplnit štěrkodrtí nebo hubeným betonem
- založení první řady gabionů

Základová spára musí být vždy přebrána a odsouhlasena objednatelem – zadavatelem stavby.

4.2 Stavba gabionu

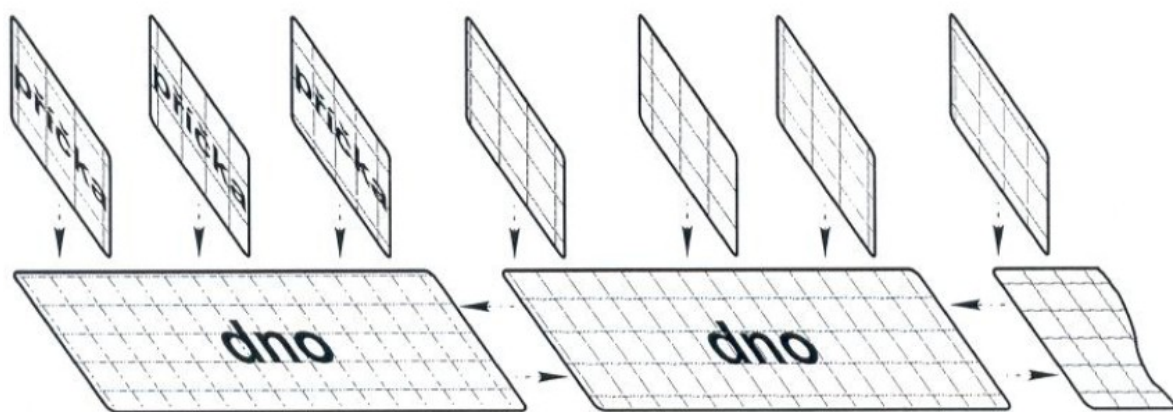
4.2.1 Montáž

Technologický postup při stavbě gabionů je schematicky znázorněn na obr. 7 a) až g). Na obrázku 7 a) vidíme síť v rozloženém stavu, které se musí podle předepsaného postupu začít ukládat do tomu určených míst. Nejdříve se připevňují dna a příčky pomocí spirál (obr. 7 b). Poté se přiloží rubové a lícové části sítě a následně se prošijí (obr. 7 c až d). Prošijí se ale pouze spodní hrany. Když se tyto rubové a lícové části sítě zvednou a přiloží ke svislým příčkám, může se následně prošít více sítí najednou (obr. 7 e) až f). Pokud máme takto připravený koš, můžeme ho začít plnit kamenivem.

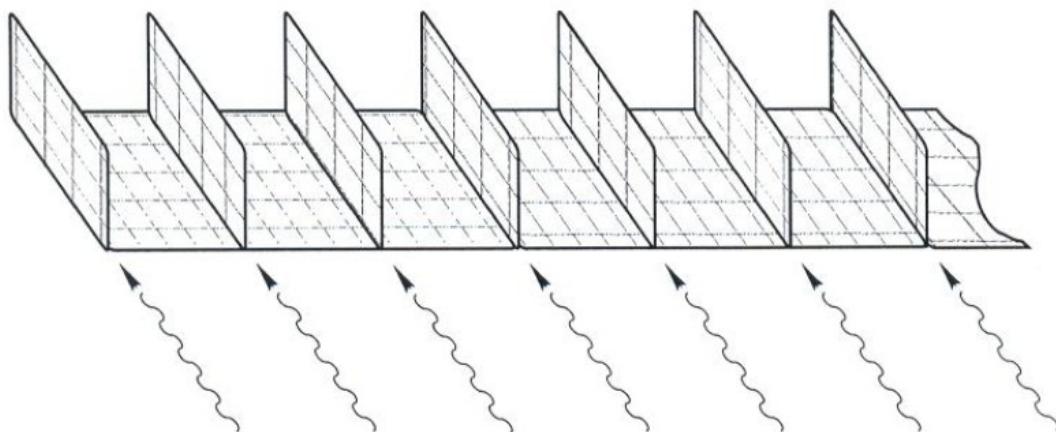
Po naplnění kamenivem musíme tyto koše uzavřít horní části sítě a tím dokončit gabionový koš (obr. 7 g).

Pokud bychom chtěli ukládat více gabionových košů na sebe, je nutné, aby byly koše zasypány jemnější frakcí kameniva. Tímto předejdeme zdeformování spodní části koše ve druhé řadě. Všechny gabiony, které leží vedle sebe nebo nad sebou, se navzájem spojují vázacím drátem. Tento vázací drát musí mít parametry dle článku 2.1.1 a 2.1.2.

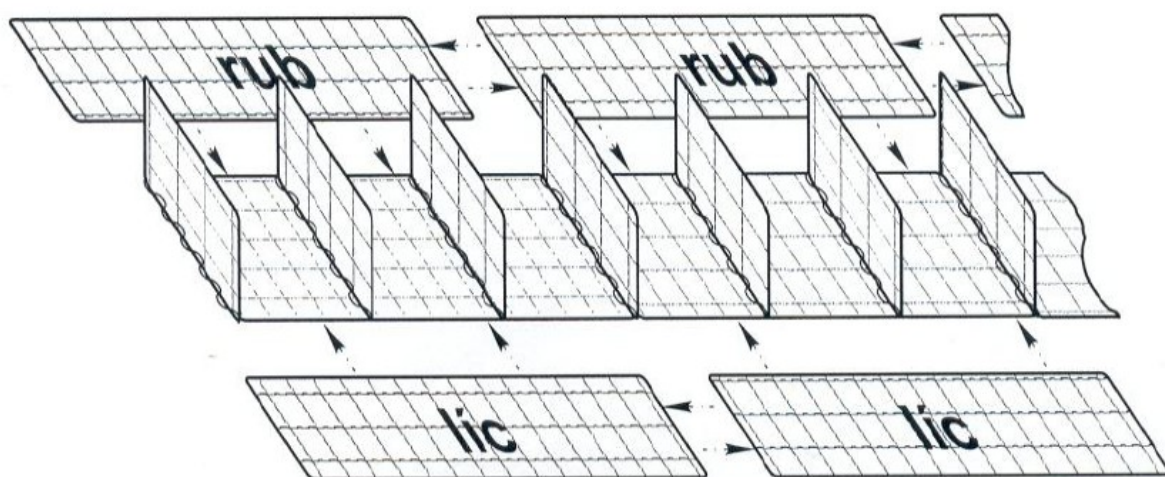
Svařované gabionové sítě se většinou vyztužují distančními sponami pro zamezení vyboulení přední části sítě a spojují se do jednotlivých celků pomocí spirál. Tloušťka těchto drátů je min. 3,7mm.



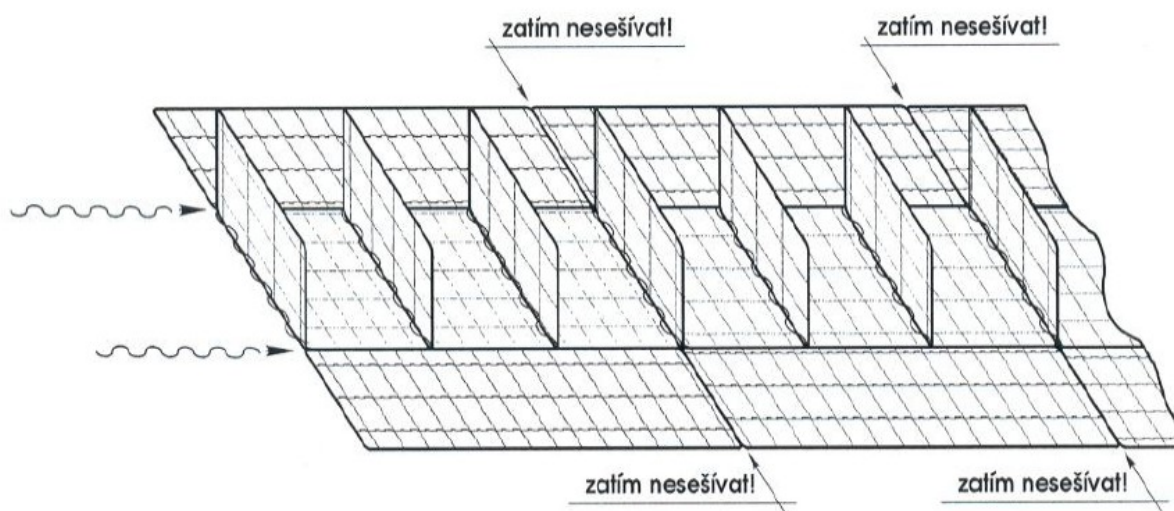
Obr. 7 a) Připravení dna a příček, Zdroj: [6]



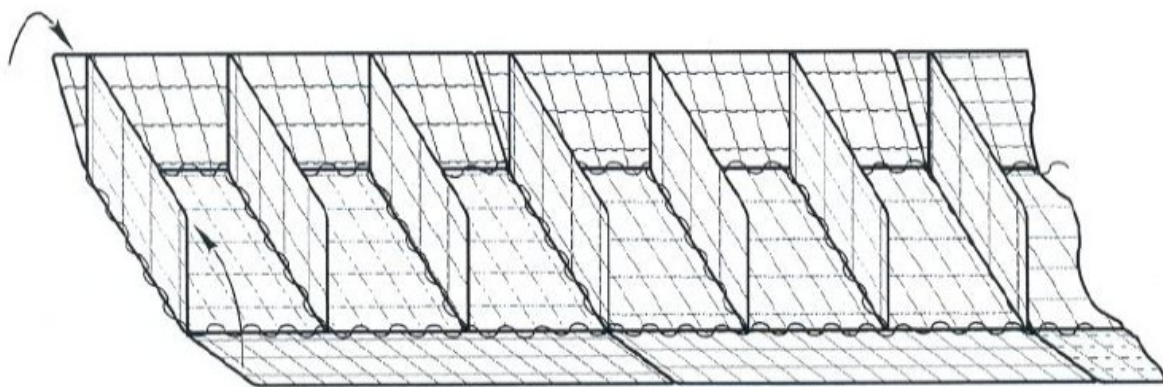
Obr. 7 b) Prošití dna a příček pomocí spirál, Zdroj: [6]



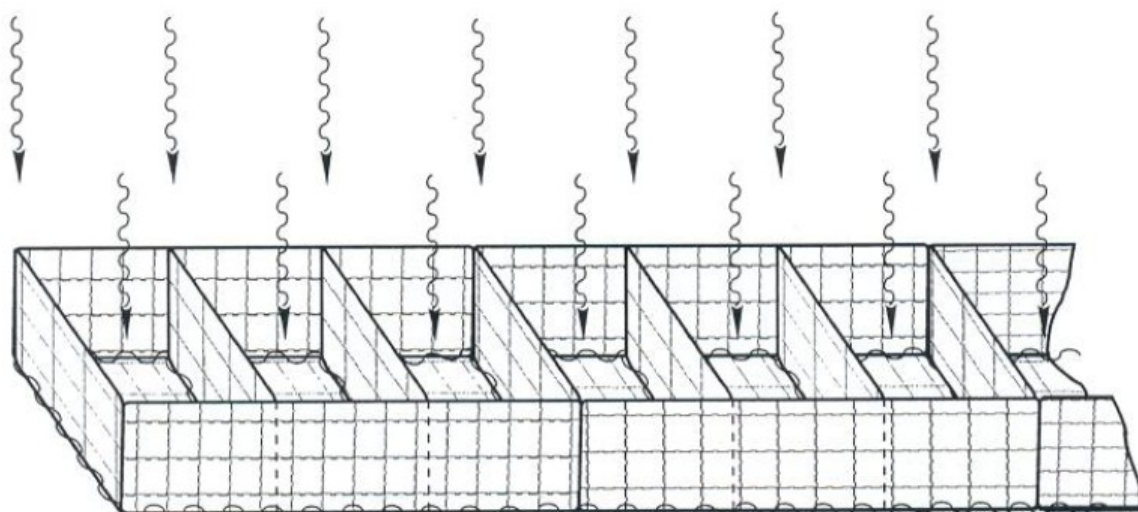
Obr. 7 c) Kompletace rubových a lícových sítí, Zdroj: [6]



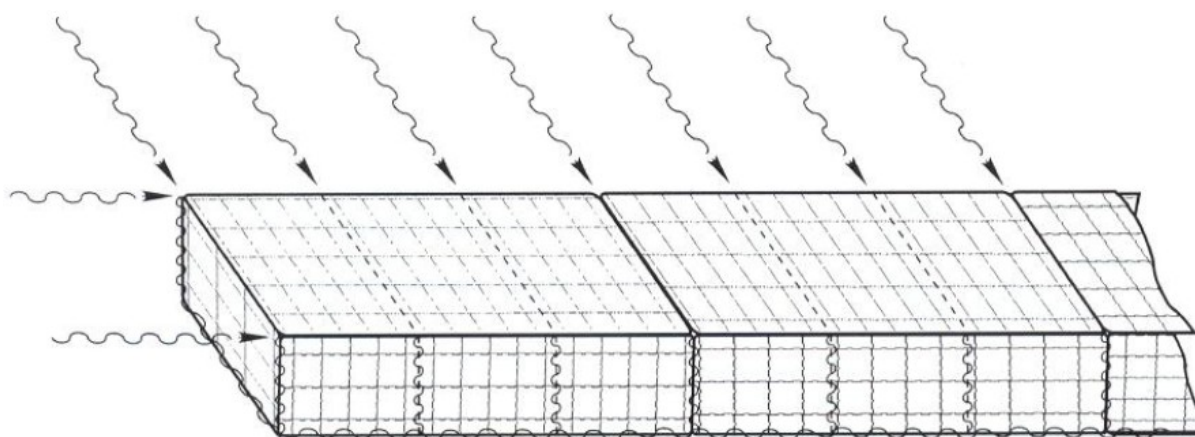
Obr. 7 d) Prošití rubových a lícových sítí, Zdroj: [6]



Obr. 7 e) Zvednutí bočních sítí, Zdroj: [6]



Obr. 7 f) Přišití rubových a lícových sítí k příčkám, Zdroj: [6]



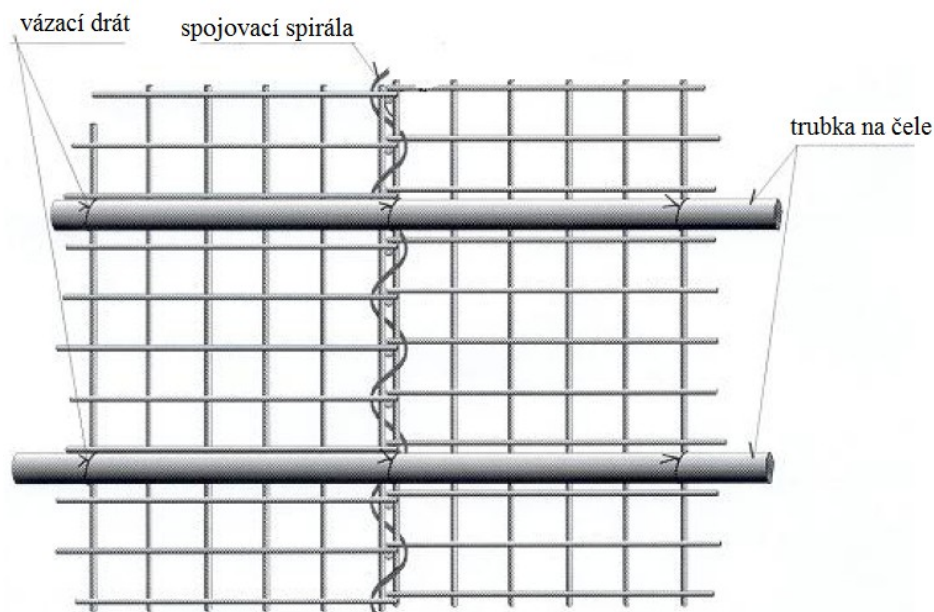
Obr. 7 g) Prošití víc a košů, Zdroj: [6]

4.2.2 Plnění

Gabionové koše můžeme plnit ručně, strojním sypáním, nebo pomocí obou způsobů (obr. 8). Způsob plnění je určen v každé dokumentaci stavby. Plnění pomocí strojů je rychlejší, ale vznikají větší mezery mezi kamenivem. U ručního plnění se ukládá kamenivo na lícové straně tak, aby vznikla větší estetičnost celé konstrukce a nižší mezerovitost mezi kamenivem. Tento způsob je však pracnější. Při plnění gabionu se předpokládá pozdější sednutí kamenné výplně, a proto se gabiony přepřahují, aby při následném stlačení nedocházelo k deformacím. Při ukládání výplně je důležitá neustálá kontrola rovinnosti gabionu. Proti deformacím líce gabionového koše se používají například provizorní konstrukce z lešenářských trubek (viz obr. 9).



Obr. 8 Plnění gabionu, Zdroj: [7]



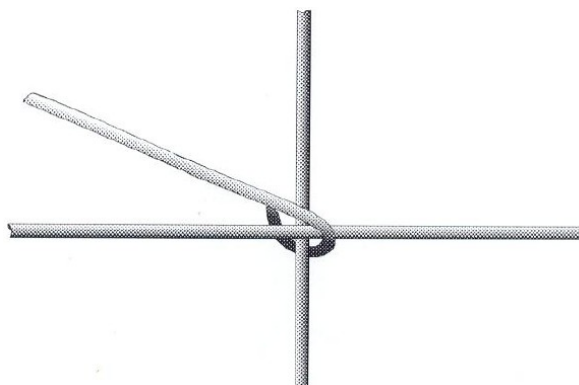
Obr. 9 Detail umístění pomocných trubek v místě spoje čelních sítí, Zdroj: [6]

Gabiony se mohou plnit i zeminou, ale toto plnění se musí řídit následujícím postupem:

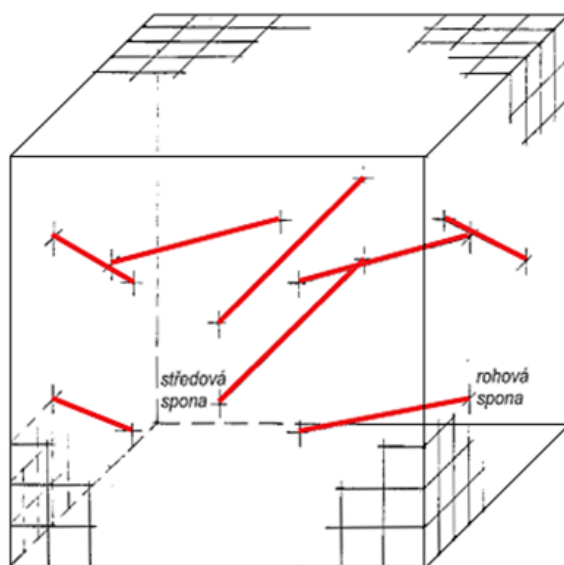
- vložení geotextilií na vnitřní stěny košů, aby zemina skrz oka nepropadávala,
- plnění gabionů pouze stejným druhem zeminy a její zhutnění po vrstvách,
- důkladnější kontrolu kvality pro jejich náchylnost na přetvoření.

4.2.3 Vyztužování

Při plnění gabionu se musí také myslet na vyztužení pomocí distančních spon. Tyto spony pomáhají odolávat přední síti gabionu proti vyboulení tlakem vkládaného kameniva (viz obr. 10 a 11). Výškově jsou tyto spony od sebe vzdáleny po 0,25 až 0,35m. Vodorovná vzdálenost je po cca 0,33m. Vkládají se alespoň 2 spony na 1 m šířky gabionového koše.



Obr. 10 Detail zahnutí distanční spony kolem sváru sítě, Zdroj: [6]



Čtyři rohové spony zpevňují přední podélně svislou síť kotvením k příčně svislým sítím.

Dvě středové spony zpevňují přední podélně svislou síť kotvením k zadní podélně svislé síti.

Dvě rohové spony zpevňují zadní podélně svislou síť kotvením k příčně svislým sítím.

Toto umístění spon zaručuje nevyboulení přední svislé stěny a tvarovou stálost.

Obr. 11 Příklad vyztužení gabionového koše, Zdroj: [7]

4.2.4 Převazování

Drátěné koše gabionů, vyplněné kamenivem, se na sebe musí ukládat střídavě, aby vytvořili celistvou stabilní stěnu. Toto převazování je podobné jako u cihelné vazby. Koše na sebe můžeme ukládat stupňovitě. Tyto stupně můžou být z přední strany, ze zadní strany nebo z obou stran současně. Pro zajištění celkové tuhosti stěny je nutno vždy jednotlivé koše mezi sebou spojovat pomocí ocelových spirál. Venkovní strana gabionů je většinou ve sklonu do 10° (přibližně 10:1) od svislé roviny proti svahu. Může se také podle potřeby přizpůsobit přírodnímu terénu. Podle tohoto sklonu se samozřejmě změní i úklon základové spáry.

U svařovaných sítí se převazování provádět nemusí, protože je tato konstrukce stabilnější.

4.2.5 Zasypávání rubu gabionové konstrukce

Zasypávání rubu gabionů se provádí v průběhu výstavby. Zásyp je tvořen předepsanou zeminou v dokumentaci stavby a zároveň se hutní. Hutnění se provádí do vzdálenosti 2m od rubu konstrukce pouze lehkými stroji jako jsou například pěchy, válce do hmotnosti 1500kg nebo vibrační desky do hmotnosti 1000kg. Pokud se za gabionovou zdí nachází jemnozrnná zemina, je zapotřebí přiložit na zadní stranu gabionu separační geotextílii, která zabrání vyplavování těchto jemnozrnných částic do mezer kamenné výplně. Pokud gabion není vyplněn kamenivem, ale málo propustnou zeminou (výplní), je potřeba udělat za gabionem zvláštní drenážní vrstvu se sklonem 2%.

5 Zásady statického výpočtu gabionových stěn

Gabiony jsou v geotechnice řazeny mezi konstrukce druhé geotechnické kategorie.

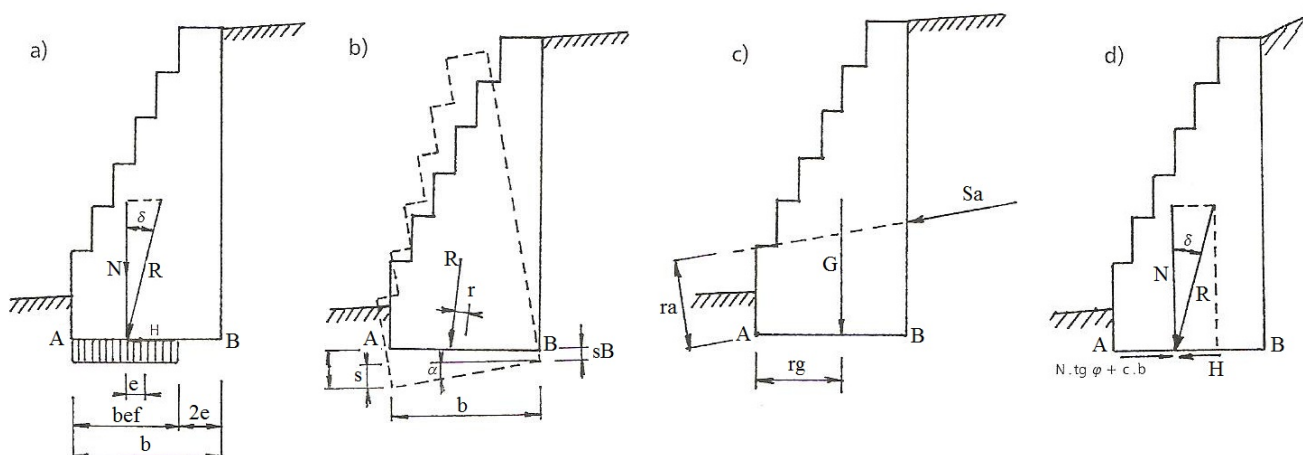
Jsou schopné přenášet velké deformace bez výrazné ztráty únosnosti. Jejich návrh musí splňovat všechny požadavky jako při návrhu gravitačních opěrných zdí.

Pro statický posudek musíme spolehlivě určit mechanické vlastnosti zemin. Tlak v pórech můžeme zanedbat. Gabionová konstrukce se může pootočit nebo posunout až do takové polohy, kdy v zemině vznikne aktivní stav napjatosti.

Statický výpočet vychází z prokázání vnější a vnitřní stability.

Posudek vnější stability se skládá:

- ze zjištění únosnosti v základové spáře (obr. 12 a)
- z výpočtu pootočení gabionové zdi při nerovnoměrném sedání (obr. 12 b)
- ze spolehlivosti proti překlolení zdi (obr. 12 c)
- ze spolehlivosti proti posunutí podél základové spáry (obr. 12 d)



Obr. 12 a) až d) Požadované kritéria celkové stability gabionové zdi, Zdroj: [2]

„Když je gabionová konstrukce kombinovaná s výztuží (nejčastěji z geosyntetických výrobků), je třeba se věnovat i posouzení výztuže, která je namáhána tahovými účinky. Zanedbáním některého kroku by mohlo zapříčinit ztrátu stability celé konstrukce.“ [2]

5.1 Únosnost podloží gabionové konstrukce

Pokud se v blízkosti za gabionovou konstrukcí nachází stavební konstrukce citlivá na přetvoření, počítáme se zvýšeným aktivním tlakem zeminy. „Výslednice sil zemního tlaku a vlastní tíhy gabionové zdi působí v základové spáře šikmou excentricitou. Můžeme ji rozložit na složku N, kolmou na základovou spáru, a na složku H, která bude působit v rovině základové spáry. Oba účinky budou rovnoměrně rozdělené na efektivní šířku b_{ef} .“ [2]

Posouzení únosnosti podloží gabionové konstrukce:

$$\sigma = \frac{N}{b_{ef}} \leq R_d, \quad (1)$$

kde R_d je výpočtová únosnost základové půdy určená podle normy.

5.2 Výpočet pootočení gabionové zdi

Pokud se pod opěrnou zdí nachází podloží o stejných parametrech až do hloubky deformační zóny, potom můžeme počítat pootočení základové spáry podle vztahu (2). Pootočení je způsobeno výslednicí sil R na rameni r (viz obr. 12 b). Vztah (2) platí pouze pro ukončené sedání a excentricitu $e \leq b/4$.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{12M}{\pi \cdot b^2 \cdot E_{def}}, \quad (2)$$

kde M je moment výslednice k těžišti základové spáry ($M = R \cdot r$),

b – šířka základové spáry,

E_{def} – modul přetvárnosti zeminy.

Pootočením zdi vznikne aktivní zemní tlak, ale případné deformace nejsou zásadní pro zpochybnění celé konstrukce. V případě blízkosti stavební konstrukce za gabionovou zdí klademe větší nároky na přípustné deformace.

Druhým případem je gabionová zeď založená v prostředí, kde se nachází více různých vrstev podloží. Je zapotřebí samostatně vypočítat sedání způsobem určeným v normě pod čelní a zadní hranou základové spáry (body A a B). Pootočení zdi se určí z rozdílu sedání bodů A a B:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S_A - S_B}{b} = \frac{\Delta S}{b} \quad (3)$$

Výpočty pootočení podle vztahu (2) a (3) musí být menší než limitovaná hodnota nerovnoměrného sedání.

5.3 Spolehlivost proti překlopení

Gabionová zeď se může překlomit kolem bodu A (viz obr. 12 c) pouze tehdy, když výslednice aktivního zemního tlaku směřuje mimo základovou spáru. „Spolehlivost proti překlopení vyjadřujeme pomocí poměru momentů pasivních sil, které zabraňují překlopení, k momentům aktivních sil, v důsledku kterých se může gabionová zeď překlomit. Vyžaduje se minimálně 1,5-násobná spolehlivost:“ [2]

$$\gamma_n = \frac{G \cdot r_g}{S_a \cdot r_a} \geq 1,5, \quad (4)$$

kde G je vlastní tíha gabionů,

r_g – rameno sil k bodu otáčení,

S_a – výslednice aktivního tlaku zeminy

r_a – rameno sil tlaků zeminy k bodu otáčení

S překlopením gabionové stěny kolem bodu A se setkáme nejčastěji ve skalních horninách. Pokud se toto vyskytne u zemin, zvýší se namáhání základové spáry a může dojít k překročení její únosnosti.

Nejlepší obranou proti překlopení je odstupňování gabionové konstrukce na rubové části. Tímto odstupňováním zvýšíme bezpečnost proti překlopení, protože na stupně působí zatížení od zásypu zeminou. Nevýhodou však jsou větší výkopové práce směrem do svahu. Odstupňování na rubové straně je výhodnější i při zakládání násypů.

5.4 Spolehlivost proti posunutí podél základové spáry

Gabionová konstrukce musí vyhovovat na spolehlivost proti posunutí, která je v našich podmínkách dvojnásobná. Tento požadavek je dle našich předpisů přísnější, než v ostatních zemích evropské unie kde stačí pouze spolehlivost proti posunutí 1,5 násobná. Posunutí gabionové konstrukce může nastat pouze tehdy, když vodorovná složka H výslednice R bude větší než tření $N \cdot \tan \varphi$ (viz obr. 12 d). Při výpočtech nebereme do úvahy pasivní odpor na přední části základu, který je tvořen přisypáním základové konstrukce.

$$\gamma_n = \frac{N \cdot \tan \varphi + c \cdot b}{H} \geq 2, \quad (5) \quad \text{přibližně musí platit: } \varphi \geq 26$$

kde N je normálová složka výslednice R ($N = R \cdot \cos\delta$),
 H – horizontální složka výslednice R ($H = R \cdot \sin\delta$),
 δ – odklon výslednice R od normály k základové spáře,
 φ – úhel vnitřního tření zeminy pod základovou spárou,
 c – soudržnost zeminy pod základovou spárou,
 b – šířka základové spáry.

Další opatření pomocí kterého zabezpečíme spolehlivost proti posunutí je zařezání štětovicové stěny před gabionovou zeď, založení gabionové stěny na pilotách nebo mikropilotách, naklonění nebo zazubení základové spáry. Nedostatečná spolehlivost většinou nastává v jílových zeminách.

5.5 Spolehlivost proti porušení zemního masivu

Spolehlivost proti porušení se počítá podobně jako stabilita svahu. Stabilita bude porušena za předpokladu překročení pevnosti zeminy na smykové ploše procházející za gabionovou zdí. Tvar smykové plochy vychází z objektivních geologických průzkumů. Nejdříve se musí posoudit vrstvy zemin, které by se mohli nejdříve porušit v důsledku nižších parametrů smykové pevnosti. „Také posouzení je nevyhnutelné zejména v sesuvných územích, kde se předpokládá aktivizace sesuvu po předurčených kluzných plochách, nebo v prostředí s výrazně odlišnými vlastnostmi zemin v nepravidelně tvarovaných vrstvách.“ [2]

Druhá skupina posudků se věnuje vnitřní stabilitě gabionové konstrukce. V případě když gabionová konstrukce obsahuje vodorovnou výztuž, je zapotřebí věnovat se i návrhu výztuže.

„Ve všeobecné návrhové situaci je potřeba posoudit tyto stavy:

- stabilitu jednotlivých stupňů,
- riziko roztrhnutí dřívku gabionové zdi,
- únosnost tahové výztuže.“ [2]

5.6 Stabilita stupňů gabionu

Stabilitu stupňů zjišťujeme pomocí posouzení spolehlivosti proti překlopení (viz kapitola 5.3) a také posudkem vodorovného posunutí jednotlivých stupňů po sobě (viz kapitola 5.4). Na stabilitu stupňů působí zejména tlak zeminy za rubem konstrukce. Porušení bývá kritické v horní části zdi, kde bývá tato zeď příliš štíhlá. Posouzení se provádí nejčastěji shora dolů nebo naopak. Výpočty se skládají z posouzení každého stupně gabionu, kde se musí určit vlastní tíha gabionu nad rovinou posuzování a poté příslušná hodnota zemního tlaku.

5.6 Posouzení roztrhnutí dřívku zdi

V tomto posudku je zásadní určit namáhání drátěné konstrukce košů (viz vztah (6)). Gabiony se pro zjednodušení řeší většinou jako rovinná konstrukce. Zásadní vliv na posudek mají vlastnosti výplně košů, ale i nedodržení technologického postupu při zhotovení. „Výpočtové vodorovné napětí, pomocí kterého se zjistí namáhání drátů, se určí ze vztahu (6):“ [2]

$$\sigma_{xd} = (\sigma_{xs} + \sigma_{xp}) \cdot \gamma_f, \quad (6)$$

kde σ_{xs} je vodorovné napětí podle vztahu (7)

σ_{xp} - přídavné vodorovné napětí podle vztahu (8)

γ_f – součinitel zatížení ($\gamma_f = 1,3$),

$$\sigma_{xs} = \frac{\gamma b_t}{2 \tan \varphi} \left(1 - e^{-\frac{2 h_t K_a \tan \varphi}{b_t}} \right) \quad (7)$$

$$\sigma_{xp} = \xi \cdot \sigma_{xs} \quad (8)$$

h_t a b_t je výška a šířka gabionové konstrukce, rozhodující pro dané posouzení,

ξ - součinitel, který se určí podle tabulky č.:

h_t / b_t	1,25	2	2,5	3	4	5	6	7	8	10
ξ	0,12	0,35	0,50	0,62	0,84	1,00	1,11	1,17	1,20	1,25

Tab. 7 Součinitel ξ pro výpočet přídavného zatížení, Zdroj: [2], vlastní zpracování

V důsledku působení vodorovného zatížení σ_{xd} vznikne v kritickém průřezu moment velikosti:

$$M = \frac{1}{6} \sigma_{xd} \cdot h_t^2 \quad (9)$$

a posouvající síla:

$$Q = \frac{1}{2} \sigma_{xd} \cdot h_t \quad (10)$$

Tahové napětí působící v jednom drátě nabude na základě předcházejících výpočtů hodnotou:

$$\sigma_t = \frac{4Q_1}{\pi d_v^2}, \quad (11)$$

kde Q_1 je podíl tahové síly z jednoho metru připadající na jeden drát,
 d_v – průměr drátu.

Aby se drát nepřetrhnul, musí být splněna podmínka:

$$\sigma_t \leq R_Q \quad (12)$$

kde σ_t je tahové napětí působící v jednom drátě,
 R_Q – tahová pevnost drátu.

5.7 Únosnost tahové výztuže

Tahová výztuž může být tvořena ocelovou sítovinou nebo geosyntetikou. Postup výpočtů se bude lišit použitým materiálem. „Důležité je respektovat skutečnost, že účinnost tahové výztuže se může započítat až za předpokládanou kluznou plochou, která by se mohla vytvořit při dostatečné deformaci zdi.“ [2]

V této ukázce statického posouzení gabionové zdi jsem se nevěnovala některým detailům, jako jsou například: vrstevnatost podloží, výplň drátěných košů, materiálu zásypu apod.

6 Příklad výpočtu gabionové stěny softwarovým systémem GEO5

6.1 Posouzení svahu u rodinného domu bez přítomnosti opěrné gabionové zdi

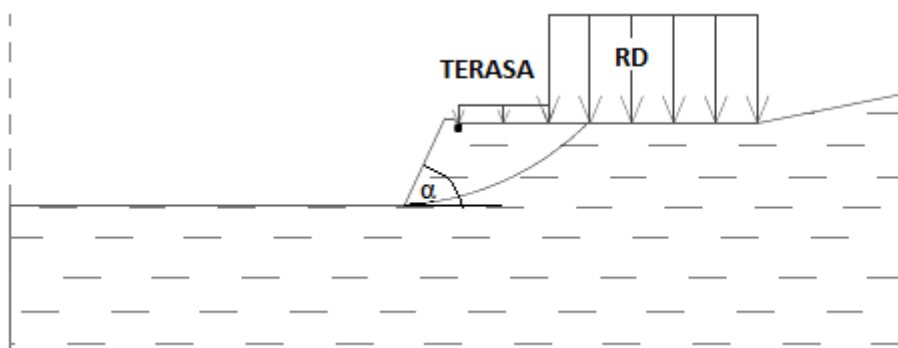
Tento posudek vycházel ze zaměření konkrétního svahu (viz obr. 13) pomocí nivelačního přístroje a pohledového zatřídění typu zeminy při výkopových pracích rodinného domu a terasy. Pro zjednodušení výpočtu jsem předpokládala, že se pod terénem podzemní voda nevyskytuje a že parametry zeminy jsou v celém profilu stejné. Na základě těchto vstupních dat byl proveden výpočet.



Obr. 13 Posuzovaný konkrétní svah, Zdroj: foto vlastní

Zadané souřadnice:

X	Y
15,00	-2,70
-1,80	-2,70
-0,45	0,17
-0,20	0,17
0,00	0,00
3,00	0,00
10,00	0,00
15,00	1,00



Obr. 14 Řez vyšetřovaným úsekem svahu, Zdroj: vlastní

Tab. 8 Souřadnice bodů rozhraní [m], Zdroj: vlastní

Zadané parametry zeminy (přibližný odhad):

Třída F6, konzistence měkká – jíla s nízkou či střední plasticitou:

Objemová tíha: $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Úhel vnitřního tření: $\phi_{\text{ef}} = 19,00^\circ$

Soudržnost zeminy: $c_{\text{ef}} = 12,00 \text{ kPa}$

Obj. tíha sat. zeminy: $\gamma_{\text{sat}} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Sklon svahu: $\alpha = 65^\circ$

Vycházela jsem z parametrů zemin z nabídky programového softwaru GEO5.

Přetížení:

Typ	Působení	Umístění z [m]	Počátek x [m]	Délka l [m]	Velikost zatížení [kN/m ²]
Terasa	stálé	0,00	0,00	3,00	4,00
Rodinný dům	stálé	0,00	3,00	7,00	50,00

Tab. 9 Přetížení svahu zadané do programu GEO5, Zdroj: vlastní

Nastavení výpočtů:

Typ výpočtu: v efektivních parametrech

Metodika posouzení: klasický výpočet

Nastavení výpočtu: Česká republika

Stupeň bezpečnosti: 1,50

Výsledky:

- Posouzením stability svahu pomocí Pettersonovy proužkové metody programem GEO5 jsem zjistila, že tento svah na stupeň bezpečnosti 1,50, optimalizací smykové plochy, nevyhoví. (viz. Příloha 1)

Stupeň bezpečnosti = 1,47 < 1,50 → Stabilita svahu NEVYHOVUJE

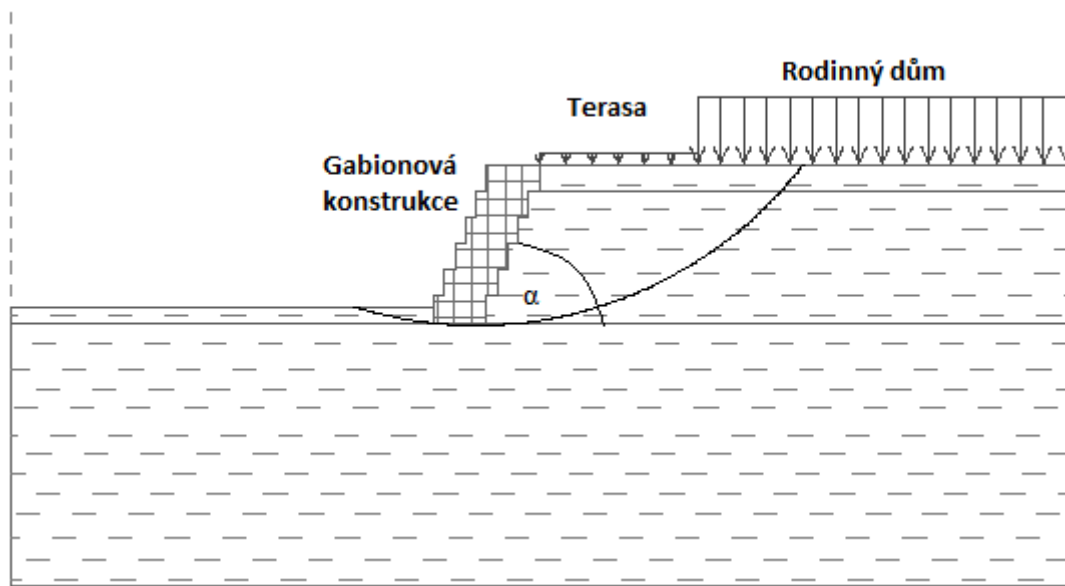
- Posouzením téhož svahu se stejnými parametry pomocí Bishopovy metody, tento svah, optimalizací smykové plochy, vyhoví, ale hodnota je těsně za hranicí stupně bezpečnosti. (viz. Příloha 2)

Stupeň bezpečnosti = 1,52 > 1,50 → Stabilita svahu VYHOVUJE

- Smyková plocha v tomto případě začíná pod krajem rodinného domu a končí v patě svahu.

6.2 Posouzení svahu u rodinného domu s přítomností opěrné gabionové zdi

Stabilizací svahu u rodinného domu gabionovou konstrukcí zjišťuji, zda touto konstrukcí zlepším stabilitní stav či nikoli.



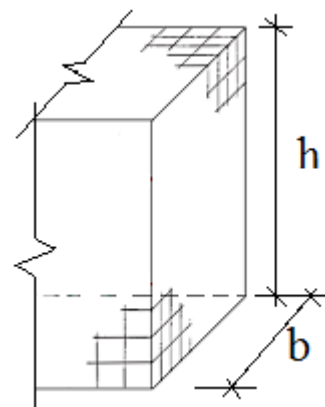
Obr. 15 Řez vyšetřovaným úsekem svahu s gabionovou konstrukcí,

Zdroj: vlastní

Vstupní data pro provedení výpočtu:

Parametry gabionové konstrukce:

Objemová tíha kameniva:	$\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření kameniva:	$\varphi = 30,00^\circ$
Soudržnost kameniva:	$c = 0,00 \text{ kPa}$
Pevnost sítě:	$R_t = 40,00 \text{ kN/m}$
Vzdálenost svislých sítí:	$b = 1,00 \text{ m}$
Výška gabionu:	$h = 0,50 \text{ m}$
Šířka gabionu:	$b = 1,00 \text{ m}$
Odskok gabionu:	$a = 0,20 \text{ m}$
Sklon gabionu:	$\alpha = 65^\circ$



Parametry kameniva a sítě jsou převzaty z nabídky programu GEO5.

Zadané parametry zeminy:

Třída F6, konzistence měkká – jíl s nízkou či střední plasticitou:

Objemová tíha:	$\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
----------------	---------------------------------

Úhel vnitřního tření: $\varphi_{ef} = 19,00^\circ$
 Soudržnost zeminy: $c_{ef} = 12,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina: $\delta = 12,60^\circ$
 Poissonovo číslo: $\nu = 0,40$
 Obj. tíha sat. zeminy: $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$
 Sklon svahu: $\alpha = 72^\circ$

Přítížení:

Typ	Působení	Umístění z [m]	Počátek x [m]	Délka l [m]	Velikost zatížení [kN/m ²]
Terasa	stálé	0,00	0,00	3,00	4,00
Rodinný dům	stálé	0,00	3,00	7,00	50,00

Tab. 10 Přítížení svahu zadané do programu GEO5, Zdroj: vlastní

Nastavení výpočtů:

Typ výpočtu: v efektivních parametrech
 Metodika posouzení: klasický výpočet
 Nastavení výpočtu: Česká republika
 Stupeň bezpečnosti: 1,50

Výsledky:

- Posouzením stability svahu zpevněním gabionovou konstrukcí pomocí Pettersonovy proužkové metody programem GEO5 jsem zjistila, že tento svah na stupeň bezpečnosti 1,50, optimalizací smykové plochy, vyhoví. (viz. Příloha 3)

Stupeň bezpečnosti = 1,52 < 1,50 → Stabilita svahu VYHOVUJE

- Posouzením téhož svahu zpevněného gabionovou konstrukcí se stejnými parametry pomocí Bishopovy metody, tento svah, optimalizací smykové plochy, vyhoví. (viz. Příloha 4)

Stupeň bezpečnosti = 1,66 > 1,50 → Stabilita svahu VYHOVUJE

- Smyková plocha v tomto případě začíná dále pod samotným objektem rodinného domu, zasahuje do větší hloubky a končí za patou zpevněného svahu.

6.3 Závěr

V příkladu vypočteném v programovém softwaru GEO5 jsem se zabývala posouzením stability svahu bez přítomnosti gabionové konstrukce a s její přítomností. Tuto stabilitu jsem propočítala pomocí Pettersonovy a Bishopovy metody. V prvním případě bez užití gabionů byla průměrná stabilitní hodnota 1,5 a v případě užití gabionů vzrostla stabilita na průměrnou hodnotu 1,6.

Z těchto výsledků je zřejmé, že gabionovou konstrukcí jsem stabilitu svahu nijak zásadně nezvýšila, ale nesmíme zapomínat na to, že se jedná pouze o ilustrativní příklad, kde jsme se s postupem výpočtů pouze seznamovali a do výpočtu nevstupovaly zcela objektivní parametry.

Díky gabionové konstrukci bylo možné zvýšit sklon svahu z 65° na 72° a také zvětšit užitnou plochu pozemku před gabionovou zdí o cca 1,5m. Také je nutno podotknout, že užitím gabionové konstrukce se výrazně zlepšil estetický ráz celého pozemku.

Pro přesné posouzení stability svahu bychom potřebovali znát skutečné parametry zeminy z odebraných vzorků, hladinu podzemní vody (pokud se vyskytuje) a propočítat přetížení zeminy nad svahem terasou a rodinným domem.

Dále by bylo nutné posoudit gabionovou konstrukci na posunutí, které v tomto případě nevyhovělo. Důležité parametry, které tento posudek ovlivňují jsou například: třecí úhel mezi konstrukcí a zeminou, šířka paty zdi atd. Musíme zvolit vhodnou geometrii gabionů, jejich výplň a sklon tak, abychom zvýšili třecí účinky mezi gabionovou konstrukcí a okolní zeminou.

7 Závěr

V bakalářské práci jsem charakterizovala technologické postupy výstavby gabionových konstrukcí, které se nesmí zanedbat a také využití gabionových systémů v geotechnice, které je velmi rozsáhlé. Nedílnou součástí každého návrhu takovéto konstrukce musí být statický výpočet, který jsem stručně popsala v kapitole 5 Zásady statického výpočtu gabionových stěn. Tento výpočet se může provádět ručně, nebo pomocí výpočtu v programovém softwaru GEO5. Pro takovéto posouzení gabionové konstrukce je nutné znát veškeré parametry, které do výpočtů vstupují.

Pomocí programu GEO5 jsem nastínila postup výpočtu nejdříve posouzením svahu u konkrétního rodinného domu a poté posouzením svahu s použitím gabionové konstrukce pro zpevnění.

Informace pro vypracování bakalářské práce jsem čerpala z české a slovenské literatury a také z webových stránek, na kterých je v dnešní době spousta zajímavých informací.

Toto téma bakalářské práce jsem si vybrala proto, že je to velmi zajímavá, dnes hodně používaná konstrukce. Gabionová konstrukce pomáhá svými vlastnostmi nejen při různých zpevněních, ale je také hodně zajímavá svým vzhledem. Tato konstrukce je ve velké míře používána i jako architektonický doplněk interiérů a při úpravách zahrad.

8 Použité materiály

- [1] Herle, Vítězslav, SG-Geotechnika a.s. *Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací, Kapitola 30. speciální zemní konstrukce*. Praha: Ministerstvo dopravy a spojů Odbor pozemních komunikací, 2002
- [2] Hulla, Josef, Turček, Peter. *Predpoklady a skutočnosť v geotechnickom inžinierstve*. Bratislava: Jaga group, v.o.s., 2002
- [3] Hulla, Josef, Turček, Peter. *Zakladanie stavieb*. Bratislava: Jaga group, v.o.s., 1998
- [4] Manuál programového systému GEO5

www stránky:

- [5] GABIONY.CZ s.r.o., *Použití* [online], [cit. 25. dubna.2011],
Dostupné z: www.gabiony.cz
- [6] Pilecký s.r.o., *Gabiony, přehled o cenách a způsobu montáže, návod* [online]. 2011 [cit. 25. dubna 2011]. Dostupné z: <http://www.pilecky.cz/cz/oploceni-zahrad-gabiony>
- [7] DOPS Bohemia trading s.r.o., [cit. 25. dubna.2011],
Fotogalerie staveb plotů a gabionů, Gabiony [online].
Gabiony, Stavba gabionů [online].
Dostupné z: <http://www.pletiva.com/>
- [8] COMPAG SK s.r.o., *Gabióny fotogaléria* [online]. 2008 [cit. 25. dubna.2011].
Dostupné z: <http://www.compag.eu/fotogaleria.html>

9 Seznam tabulek

Tab. 1	Rozměry ok pletených sítí a tloušťky drátů koše, Zdroj: [1], vlastní zpracování
Tab. 2	Průkazní zkoušky drátu a pletiva, Zdroj: [1], vlastní zpracování
Tab. 3	Srovnání průměrů drátů sítě gabionového koše s průměry vázacích drátů, Zdroj: [1], vlastní zpracování
Tab. 4	Rozměry ok pletených sítí a tloušťky drátů matrací, Zdroj: [1], vlastní zpracování
Tab. 5	Srovnání průměrů drátů sítě gabionové matrace s průměry vázacích drátů, Zdroj: [1], vlastní zpracování
Tab. 6	Průkazní zkoušky kamene, Zdroj: [1], vlastní zpracování
Tab. 7	Součinitel ξ pro výpočet přídatného zatížení, Zdroj: [2], vlastní zpracování
Tab. 8	Souřadnice bodů rozhraní [m], Zdroj: vlastní
Tab. 9	Přetížení svahu zadané do programu GEO5, Zdroj: vlastní
Tab. 10	Přetížení svahu zadané do programu GEO5, Zdroj: vlastní

10 Seznam obrázků

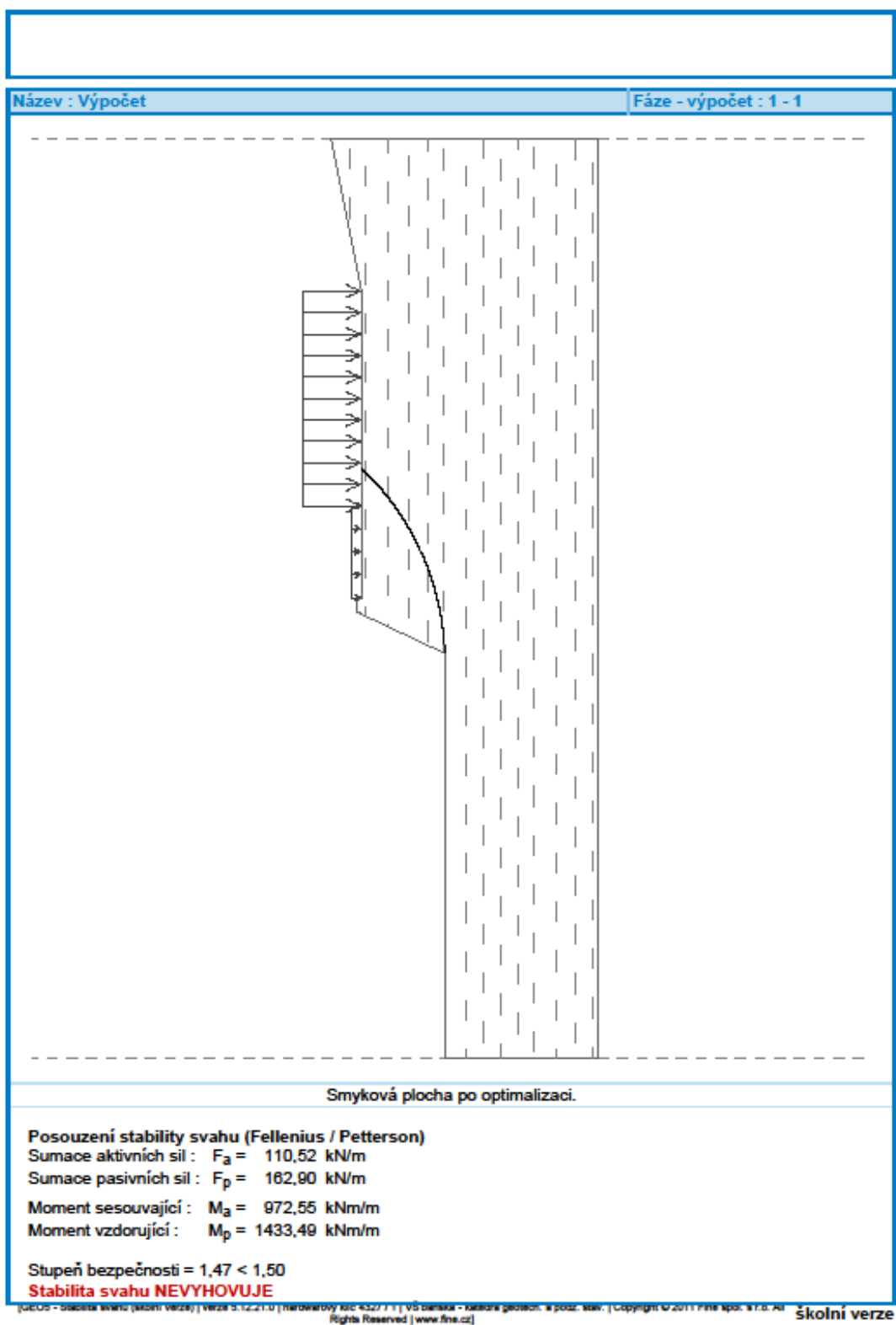
- Obr. 1 Ukázka spletení ok sítě, Zdroj: [1]
- Obr. 2 Vyztužení gabionových košů z vázaných sítí, Zdroj: [1]
- Obr. 3 Ukázka správného a nesprávného plnění kamenivem, Zdroj: [6]
- Obr. 4 Zpevnění svahu silnice 1/34 přes Červenohorské sedlo, Zdroj: foto vlastní
- Obr. 5 Protihluková stěna, Zdroj: [8]
- Obr. 6 Úprava vodního toku Karviná, Zdroj: foto vlastní
- Obr. 7 a) - g) Ukázka sestavení gabionových košů, Zdroj: [6]
- Obr. 8 Plnění gabionu, Zdroj: [7]
- Obr. 9 Detail umístění pomocných trubek v místě spoje čelních sítí, Zdroj: [6]
- Obr. 10 Detail zahnutí distanční spony kolem sváru sítě, Zdroj: [6]
- Obr. 11 Příklad vyztužení gabionového koše, Zdroj: [7]
- Obr. 12 a) - d) Požadované kritéria celkové stability gabionové zdi, Zdroj: [2]
- Obr. 13 Posuzovaný konkrétní svah, Zdroj: foto vlastní
- Obr. 14 Řez vyšetřovaným úsekem svahu, Zdroj: vlastní
- Obr. 15 Řez vyšetřovaným úsekem svahu s gabionovou konstrukcí, Zdroj: vlastní

11 Seznam vzorců

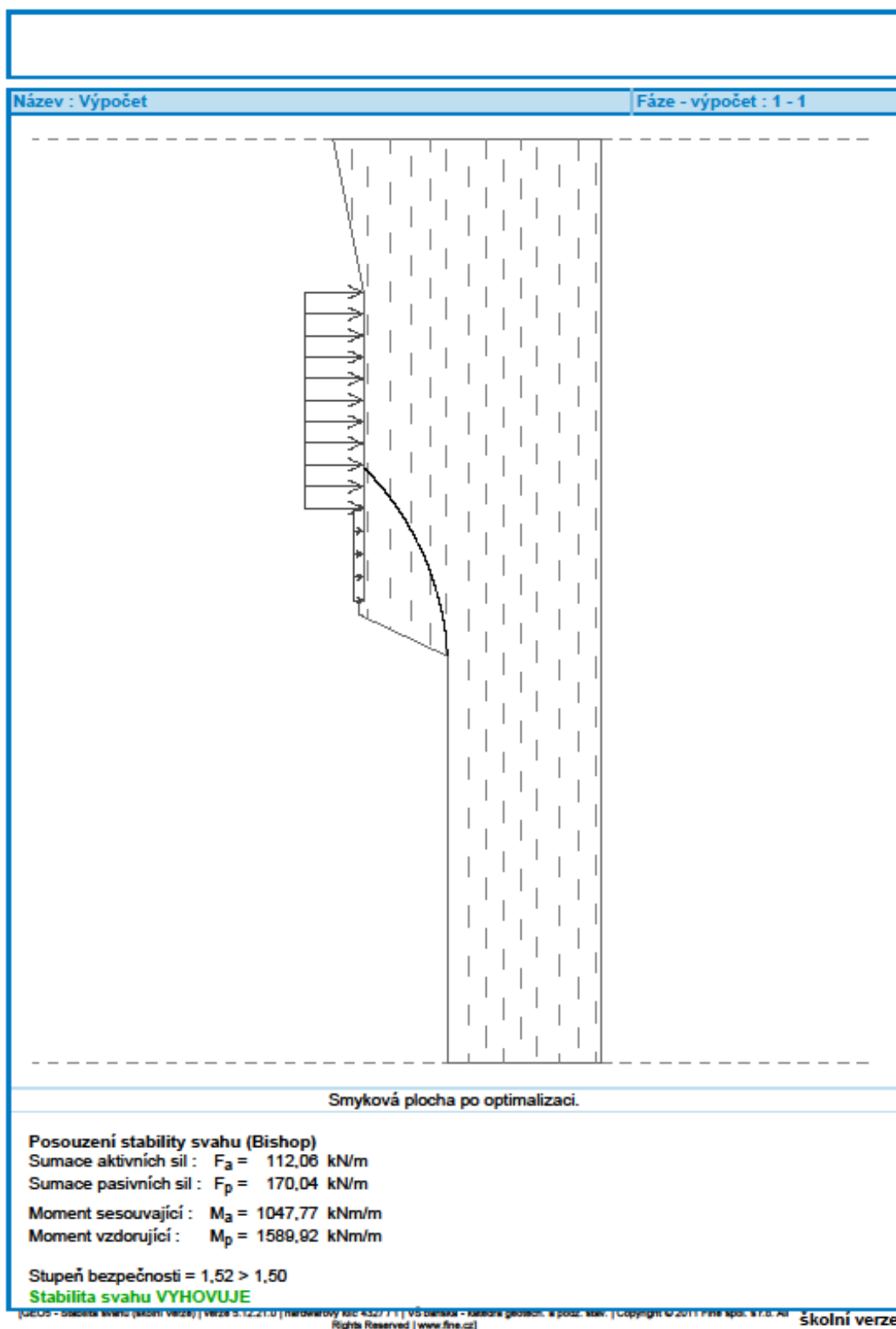
- Vzorec (1) Posouzení únosnosti podloží gabionové konstrukce, Zdroj: [2]
- Vzorec (2) Výpočet pootočení gabionové zdi, Zdroj: [2]
- Vzorec (3) Výpočet pootočení gabionové zdi, Zdroj: [2]
- Vzorec (4) Spolehlivost proti překlopení, Zdroj: [2]
- Vzorec (5) Spolehlivost proti posunutí, Zdroj: [2]
- Vzorec (6) Výpočtové vodorovné napětí, Zdroj: [2]
- Vzorec (7) Vodorovné napětí, Zdroj: [2]
- Vzorec (8) Přídavné vodorovné napětí, Zdroj: [2]
- Vzorec (9) Moment v kritickém průřezu, Zdroj: [2]
- Vzorec (10) Posouvající síla, Zdroj: [2]
- Vzorec (11) Tahové napětí působící v jednom drátě, Zdroj: [2]
- Vzorec (12) Podmínka spolehlivosti proti přetrhnutí drátu, Zdroj: [2]

12 Seznam příloh

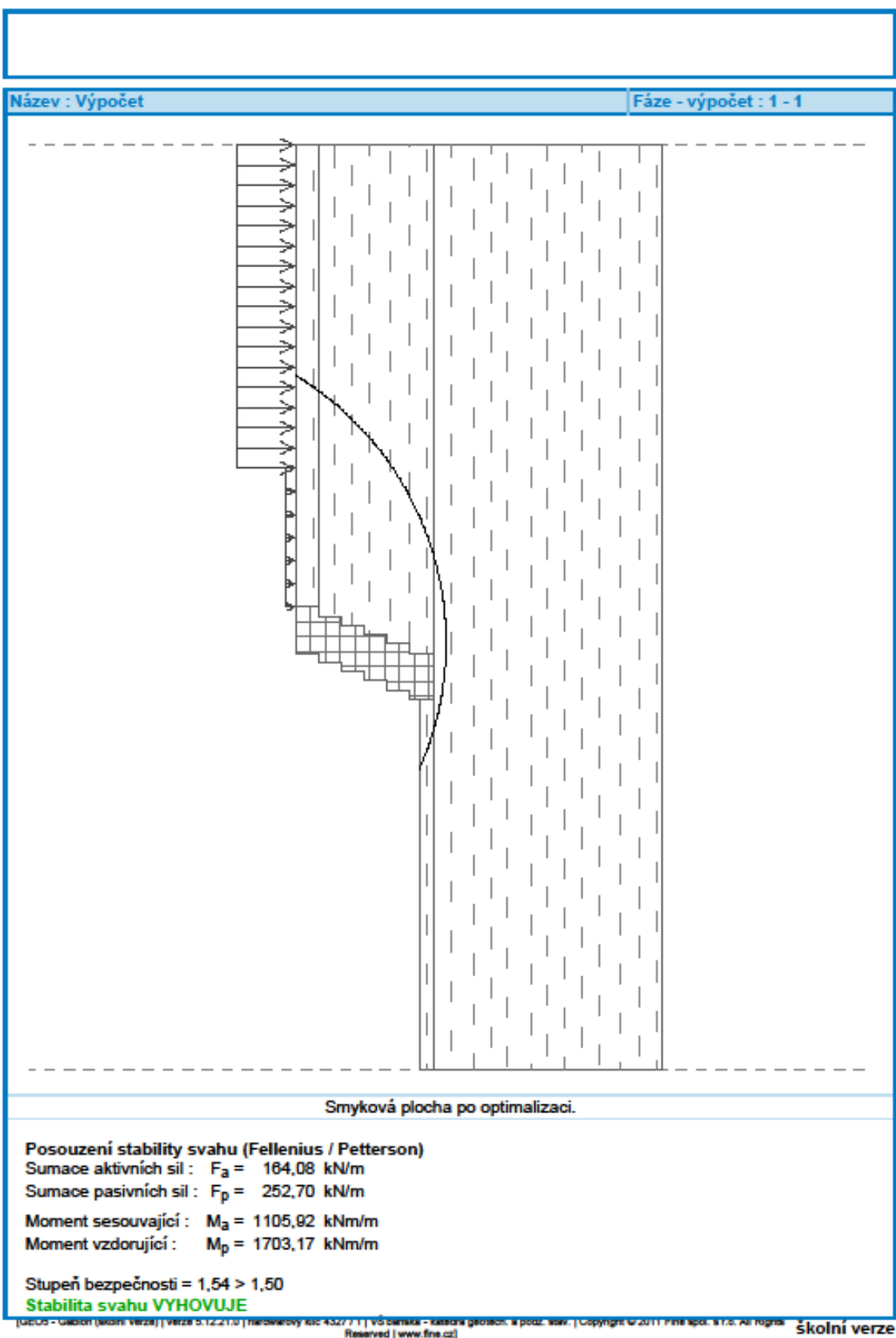
- Příloha 1 Výstup z programu GEO5 – smyková plocha po optimalizaci, výpočet dle Pettersonovy metody, Zdroj: vlastní zpracování
- Příloha 2 Výstup z programu GEO5 – smyková plocha po optimalizaci, výpočet dle Bishopovy metody, Zdroj: vlastní zpracování
- Příloha 3 Výstup z programu GEO5 – smyková plocha po optimalizaci, výpočet dle Pettersonovy metody, Zdroj: vlastní zpracování
- Příloha 4 Výstup z programu GEO5 – smyková plocha po optimalizaci, výpočet dle Bishopovy metody, Zdroj: vlastní zpracování



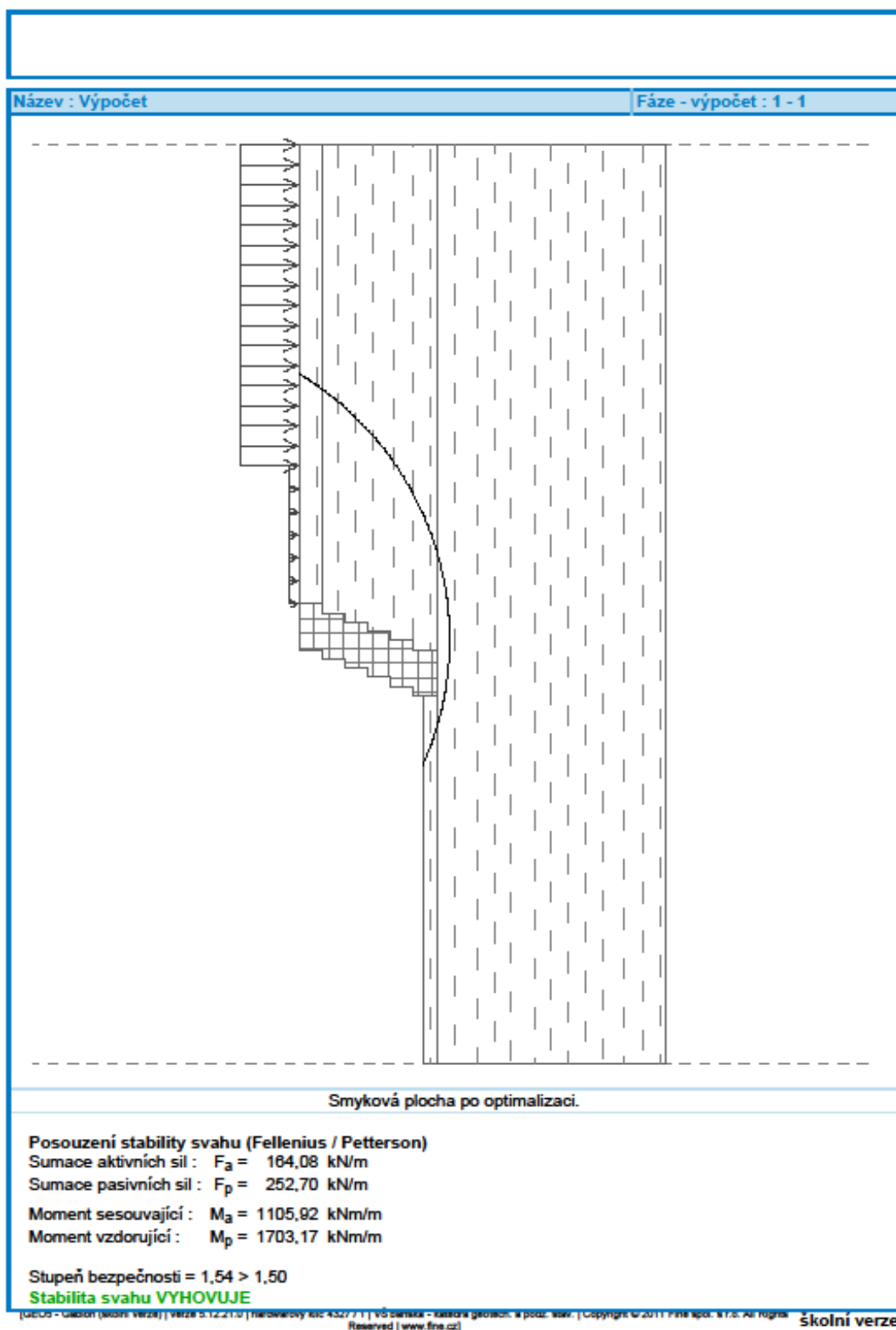
Příloha 1 Výstup z programu GEO5 – smyková plocha po optimalizaci, výpočet dle Pettersonovy metody, Zdroj: vlastní zpracování



Příloha 2 Výstup z programu GEO5 – smyková plocha po optimalizaci, výpočet dle Bishopovy metody, Zdroj: vlastní zpracování



Příloha 3 Výstup z programu GEO5 – smyková plocha po optimalizaci, výpočet dle Pettersonovy metody, Zdroj: vlastní zpracování



Příloha 4 Výstup z programu GEO5 – smyková plocha po optimalizaci, výpočet dle Bishopovy metody, Zdroj: vlastní zpracování

Poděkování

Chtěla bych poděkovat paní doc. RNDr. Evě Hrubéšové, Ph.D. za vstřícnost, cenné rady, konzultace a odborné vedení této práce.